

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

①2 **Offenlegungsschrift**  
①1 **DE 3248483 A1**

⑤1 Int. Cl. 3:  
**C07 F 9/52**

②1 Aktenzeichen: P 32 48 483.6  
②2 Anmeldetag: 29. 12. 82  
④3 Offenlegungstag: 5. 7. 84

DE 3248483 A1

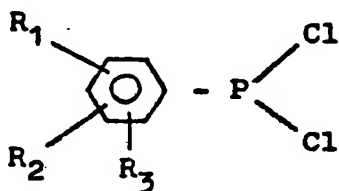
⑦1 Anmelder:  
Hoechst AG, 6230 Frankfurt, DE

⑦2 Erfinder:  
Neumaier, Hubert, Dipl.-Chem.Dr., 5040 Brühl, DE

BEST AVAILABLE COPY

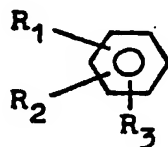
⑤4 Verfahren zur Herstellung von Aryldichlorphosphanen

Beim Verfahren zur Herstellung von Aryl-dichlor-phosphanen der allgemeinen Formel



worin R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> und R<sub>3</sub> die obige Bedeutung haben, mit mindestens 4 mol Phosphor(III)-chlorid je mol Aren in Gegenwart von Aluminiumchlorid durch mehrstündiges Kochen der Mischung und nachfolgende Ausfällung des Aluminiumchlorids durch Zugabe eines Komplexbildungsmittels, Filtration und destillative Aufarbeitung des Filtrats, setzt man 0,05 bis 0,9 mol Aluminiumchlorid je mol Aren und 1-3 mol feingemahlenes Alkalichlorid als Komplexbildungsmittel je mol Aluminiumchlorid ein.

worin R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> und R<sub>3</sub> gleich oder verschieden sind und ein Wasserstoffatom, eine Alkylgruppe mit 1-8 C-Atomen, ein Halogenatom, eine Arylgruppe oder eine Aryloxygruppe bedeuten, durch Umsetzung eines Arens der allgemeinen Formel



DE 3248483 A1

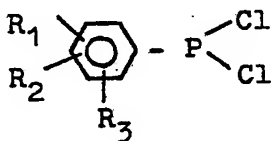
HOECHST AKTIENGESELLSCHAFT

HOE 82/H 048

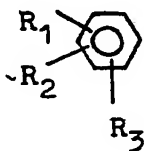
## Verfahren zur Herstellung von Aryldichlorphosphanen

## Patentansprüche:

1. Verfahren zur Herstellung von Aryl-dichlor-phosphanen der allgemeinen Formel



worin  $R_1$ ,  $R_2$  und  $R_3$  gleich oder verschieden sind und ein Wasserstoffatom, eine Alkylgruppe mit 1-8 C-Atomen, ein Halogenatom, eine Arylgruppe oder eine Aryloxygruppe bedeuten, durch Umsetzung eines Arens der allgemeinen Formel



worin  $R_1$ ,  $R_2$  und  $R_3$  die obige Bedeutung haben, mit mindestens 4 mol Phosphor(III)-chlorid je mol Aren in Gegenwart von Aluminiumchlorid durch mehrstündiges Kochen der Mischung und nachfolgende Ausfällung des Aluminiumchlorids durch Zugabe eines Komplexmittels, Filtration und destillative Aufarbeitung des Filtrats, dadurch gekennzeichnet, daß man

0,05 bis 0,9 mol Aluminiumchlorid je mol Aren und  
1-3 mol feingemahlenes Alkalichlorid als Komplexie-  
rungsmittel je mol Aluminiumchlorid einsetzt.

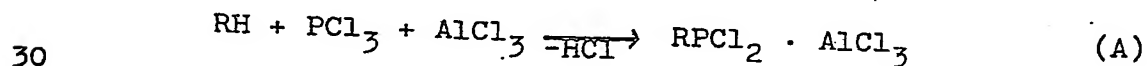
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
daß man das feingemahlene Alkalichlorid in einer  
Korngröße  $< 0,25$  mm, bevorzugt  $< 0,08$  mm, einsetzt.

5

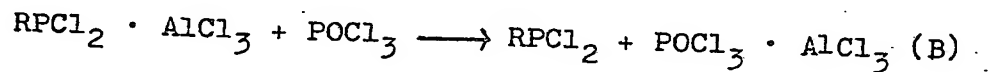
## Verfahren zur Herstellung von Aryldichlorphosphanen

10 Aryldichlorphosphane sind wichtige technische Zwischen-  
produkte zur Herstellung phosphororganischer Verbindungen,  
die beispielsweise als Insektizide, Antioxidantien, Kata-  
lysatoren und Stabilisatoren Verwendung finden.

15 Aus Houben-Weyl, Methoden der Organischen Chemie, 4. Auf-  
lage, Bd. XII/1, Seiten 313 - 316, ist es bekannt, Aryl-  
verbindungen unter milden Bedingungen mit überschüssigem  
Phosphor(III)-chlorid bei dessen Siedepunkt in Gegenwart  
20 von wasserfreiem Aluminiumchlorid umzusetzen und anschlie-  
ßend aus dem gebildeten Aryldichlorphosphan-Aluminiumchlo-  
ridkomplex das Aryldichlorphosphan in Freiheit zu setzen.  
Die Methode ist nicht auf die Gewinnung von Phenyl-dichlor-  
phosphan beschränkt, sondern es lassen sich auf diesem We-  
ge auch am Kern substituierte Aryldichlorphosphane herstel-  
25 len. Gemäß dem Stand der Technik muß mindestens ein Mol  
Aluminiumchlorid je Mol Arylverbindung aufgewendet werden,  
da sich zunächst ein Aryldichlorphosphan-Aluminiumchlorid-  
Komplex bildet (Gleichung A),



der nach Beendigung der Reaktion beispielsweise mit Phos-  
phoroxidchlorid unter Bildung eines kristallinen Phosphor-  
oxidchlorid-Aluminiumchlorid-Komplexes gespalten wird (Glei-  
35 chung B).



Nach der Filtration wird das Filtrat in üblicher Weise destil-  
lativ unter Gewinnung des Aryldichlorphosphans aufgearbeitet.

24

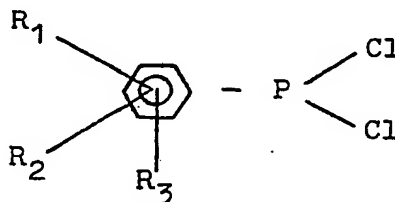
Anstelle von Phosphoroxidchlorid findet auch Pyridin oder Essigsäureester zur Komplexspaltung Verwendung.

- Ein Nachteil des Verfahrens ist der Anfall einer ziemlich großen Menge Nebenprodukt (Gleichung B), das sich aus dem eingesetzten Aluminiumchlorid und der zu dessen Komplexbildung verwendeten Substanz bildet. Beispielsweise errechnen sich nach F.M. Kharasova et al, Zh.Obshch.Khim. 37,902 (1967) bei einer Ausbeute von 80 %, ber. auf Benzol, für 86 g Phenyl-dichlor-phosphan 230 g Nebenprodukt in Form des Phosphoroxidchlorid-Aluminiumchlorid-Komplexes mit überschüssigem  $\text{AlCl}_3$  bzw. je 1 kg Phenyl-dichlor-phosphan etwa 2,7 kg Nebenprodukt. Die Beseitigung des Nebenprodukts kann entweder nach Hydrolyse und Neutralisation über das Abwasser oder durch Einlagerung in fester Form in einer Deponie erfolgen. In beiden Fällen stellt das Nebenprodukt eine große Umweltbelastung dar.

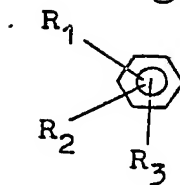
- Aufgabe vorliegender Erfindung ist deshalb ein Verfahren zur Herstellung von Aryldichlorphosphanen mit erheblich verringertem Anfall an Nebenprodukten.

- Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Aryl-dichlor-phosphanen der allgemeinen Formel

25



worin  $R_1$ ,  $R_2$  und  $R_3$  gleich oder verschieden sind und ein Wasserstoffatom, eine Alkylgruppe mit 1-8 C-Atomen, ein Halogenatom, eine Arylgruppe oder eine Aryloxygruppe bedeuten, durch Umsetzung eines Arens der allgemeinen Formel



worin  $R_1$ ,  $R_2$  und  $R_3$  die obige Bedeutung haben, mit mindestens 4 mol Phosphor(III)-chlorid je Mol Aren in Gegenwart von Aluminiumchlorid durch mehrstündiges Kochen der Mischung und nachfolgende Ausfällung des Aluminiumchlorids durch Zugabe eines Komplexmierungsmittels, Filtration und destillative Aufarbeitung des Filtrats, welches dadurch gekennzeichnet ist, daß man 0,05 bis 0,9 mol Aluminiumchlorid je mol Aren und 1-3 mol feingemahlene Alkalichlorid als Komplexmierungsmittel je mol Aluminiumchlorid einsetzt. Als Alkalichlorid dient bevorzugt das Natrium- oder Kaliumchlorid.

Das feingemahlene Alkalichlorid wird bevorzugt in einer Korngröße  $< 0,25$  mm, insbesondere  $< 0,08$  mm, eingesetzt. Bevorzugt sind weiterhin Mengenverhältnisse von 0,05 bis 0,7 mol  $AlCl_3$  je mol Aren und von 1,1 bis 2,0 mol NaCl oder KCl je mol  $AlCl_3$ .

Als Arene werden bevorzugt Benzol, ein- oder mehrfach alkylierte Benzole mit Alkylgruppen von 1-5 C-Atomen, beispielsweise Toluol, Ethylbenzol, Xylole, ein- oder mehrfach halogenierte Benzole, beispielsweise Fluorbenzol, Chlorbenzol, Brombenzol, Dichlorbenzole oder Dihalogenbenzole mit unterschiedlichen Halogenatomen wie Chlorfluorbenzol, oder ein aryliertes Benzol, beispielsweise Biphenyl, eingesetzt.

Es ist überraschend, daß hierbei hervorragende Ausbeuten, in der Regel deutlich mehr als 1 mol Aryldichlorphosphan je mol eingesetztes Aluminiumchlorid, erzielt werden. Im angehefteten Diagramm ist für die Herstellung von Phenyl-dichlorphosphan die Ausbeute in mol/mol Aluminiumchlorid für unterschiedliche Einsatzmolverhältnisse Benzol : Aluminiumchlorid aufgezeigt.

6.

Dies war völlig unerwartet, da nach der bisherigen Lehre wegen der Bildung des Phenyl-dichlor-phosphan/Aluminiumchlorid-Komplexes,  $C_6H_5PCl_2 \cdot AlCl_3$ , siehe Gleichung A, theoretisch höchstens 1 mol Phenyldichlorphosphan je mol Aluminiumchlorid entstehen sollte.

Phosphor(III)-chlorid wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren im 4- bis vorzugsweise 12-fachen molaren Verhältnis zum Aren eingesetzt, wobei der Überschuß als Lösungsmittel anzusehen ist. Ein hoher Überschuß drängt die Bildung von Nebenprodukten bei der Reaktion zurück und erleichtert die nachfolgende Ausfällung des Aluminiumchlorids als Alkalitetrachloroaluminat-Komplex.

Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren wird das Aluminiumchlorid, das nach der Reaktion in Form eines Aryldichlorphosphan/Aluminiumchlorid-Komplexes vorliegt, aus der Reaktionslösung mit feingemahlenem Alkalichlorid als Alkalitetrachloroaluminat ausgefällt. Verwendet wird ein gemahlenes Alkalichlorid, welches ein Sieb mit einer Maschenweite von 0,25 mm, bevorzugt von 0,08 mm passiert.

Durch die beschriebenen Maßnahmen läßt sich gegenüber den bisher bekannten Verfahren eine erhebliche Verminderung der Menge an Nebenprodukten je Gewichtseinheit Aryldichlorphosphan erzielen. Dies führt zu einer Kosteneinsparung einerseits beim Materialeinsatz, andererseits bei der Beseitigung des Nebenprodukts und trägt zudem zur Verringerung der Umweltprobleme bei.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann im einzelnen so durchgeführt werden, daß man in einem Rührreaktor mit Rückflußkühler Aren, Phosphor(III)-chlorid und Aluminiumchlorid mehrere Stunden unter Rückfluß erhitzt, wobei Aluminiumchlorid in Lösung geht. Die Siedetemperatur wird weitgehend vom überschüssigen Phosphor(III)-chlorid bestimmt und liegt bei 74 - 76°C. Der bei der Reaktion gebildete Chlorwasserstoff kann in einen nachgeschalteten Waschturm geleitet werden. Die Reaktionszeit hängt

von der Reaktionsfähigkeit des eingesetzten Arens  
ab und beträgt bevorzugt 4 - 12 Stunden. Kürzere  
Reaktionszeiten liefern geringere Ausbeuten, länge-  
re Reaktionszeiten fördern die Bildung undestillier-  
barer Nebenprodukte. Nach Beendigung der Reaktion  
kann die erforderliche Menge gemahlten Alkalichlo-  
rids entweder portionsweise als Pulver oder kontinu-  
ierlich mittels einer Dosierschnecke oder in Form  
einer Suspension in Phosphor(III)-chlorid innerhalb  
von 15 - 30 Minuten in das unter Rückfluß siedende  
Gemisch eindosiert werden. Hierbei fällt Alkalite-  
trachloroaluminat in kristalliner, gut filtrierbarer  
Form aus. Nach einer Nachreaktionszeit von 0,5 - 1  
Stunde wird auf 20 - 25°C gekühlt und das Alkali-  
tetrachloroaluminat zusammen mit überschüssigem Al-  
kalichlorid über eine Nutsche, vorzugsweise mittels  
einer Zentrifuge, abgetrennt und mit Phosphor(III)-  
chlorid gewaschen. Aus den Filtraten wird in übli-  
cher Weise durch Destillation überschüssiges Phos-  
phor(III)-chlorid und Aren abgetrennt. Diese werden  
nach Ergänzung der verbrauchten Mengen dem nächsten  
Ansatz zugeführt, so daß in Bezug auf diese beiden  
Reaktionskomponenten gleichfalls eine hohe Ausbeute  
gewährleistet ist. Aus dem Destillationsrückstand er-  
hält man reines Aryldichlorphosphan durch Vakuumde-  
stillation.

Die Erfindung wird nachstehend durch Beispiele näher  
erläutert:

#### Beispiel 1 (Vergleichsbeispiel)

In einem Rührreaktor mit Rückflußkühler werden 8800 g  
(64 mol) Phosphor(III)-chlorid, 780 g (10 mol) Benzol

und 1361 g 98%iges (10 mol) wasserfreies Aluminiumchlorid 5 Stunden unter Rückfluß erhitzt. Anschließend werden innerhalb von 30 min 1535 g (10 mol) Phosphoroxidchlorid eingetropft. Nach 30 min Nachreaktionszeit wird auf 25°  
5 abgekühlt und der gebildete Aluminiumchlorid/Phosphoroxidchlorid-Komplex abfiltriert und mit Phosphor(III)-chlorid gewaschen. Es fallen 3128 g  $\text{PCl}_3$ -feuchtes Kristallisat an (theoretisch: 1535 g  $\text{POCl}_3$  + 1361 g  $\text{AlCl}_3$  = 2896 g). Aus dem Filtrat werden unter Normaldruck das überschüssige  
10 Phosphor(III)-chlorid zusammen mit nichtumgesetztem Benzol abgetrieben und der Rückstand i. Vak. destilliert. Man erhält 1561 g Phenyl-dichlor-phosphan (Sdp.: 95°C bei 25 mbar).  
Ausbeute: 0,87 mol  $\text{C}_6\text{H}_5\text{PCl}_2$  je 1 mol  $\text{AlCl}_3$ .

## Beispiel 2

In einem Rührreaktor mit Rückflußkühler werden 8800 g  
20 (64 mol) Phosphor(III)-chlorid, 780 g (10 mol) Benzol und 680 g (5 mol) wasserfreies Aluminiumchlorid (98%ig) 5 Stunden unter Rückfluß (75°C) erhitzt. Vor Ablauf der Reaktionszeit wird durch eine geeignete Vorrichtung am Fuße des Rückflußkühlers 1 l Kondensat entnommen und da-  
25 rin 497 g (8,5 mol) feingemahlenes Natriumchlorid mit einer Korngröße  $< 0,08$  mm unter Rühren suspendiert. Die Suspension wird anschließend innerhalb von 30 min in das siedende Reaktionsgemisch eindosiert, wobei Natriumtetra-  
30 chloroaluminat in kristalliner und gut filtrierbarer Form ausfällt. Während 30 min Nachrühren unter Rückfluß wird 1 l Kondensat aus dem Rückflußkühler entnommen und als Waschflüssigkeit für die nachfolgende Operation bereitgestellt. Nach Abkühlen des Reaktionsgemisches auf  
35 20 - 25°C wird das Salzgemisch mittels einer Schälzentrifuge abgetrennt und mit dem bereitgestellten Kondensat

gewaschen. Es fallen 1225 g Salzgemisch ( $\text{PCl}_3$ -feucht) an (theoretisch: 680 g  $\text{AlCl}_3$  + 497 g  $\text{NaCl}$  = 1177 g). Aus dem Filtrat werden unter Normaldruck überschüssiges Phosphor-(III)-chlorid zusammen mit nicht umgesetztem Benzol abdestilliert und nach Ergänzung der verbrauchten Mengen dem nächsten Ansatz zugeführt. Das zurückbleibende Rohprodukt wird i.Vak. destilliert, wobei 1250 g reines Phenyl-dichlor-phosphan anfallen (Sdp.:  $95^\circ$  bei 25 mbar). Ausbeute: 1,4 mol  $\text{C}_6\text{H}_5\text{PCl}_2$  je 1 mol  $\text{AlCl}_3$ .

#### Beispiele 3 - 6

Man verfährt gemäß Beispiel 2 mit der Änderung, daß jeweils andere Mengen Phosphor(III)-chlorid, Benzol, Aluminiumchlorid und Natriumchlorid eingesetzt werden. Die Einsatzmengen und Ausbeuten sind in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt, die zusätzlich die Werte für Beispiel 2 und das Vergleichsbeispiel 1 enthält.

#### Beispiel 7 (Vergleichsbeispiel)

112,5 g (1 mol) Chlorbenzol, 1100 g (8 mol) Phosphor(III)-chlorid und 136,2 g (1 mol) 98%iges Aluminiumchlorid werden 12 Stunden unter Rückfluß erhitzt. Anschließend werden 87,8 g (1,5 mol) Natriumchlorid (Korngröße  $< 0,08$  mm) in 200 ml Phosphor(III)-chlorid als Suspension eingetropft und das Reaktionsgemisch 30 min unter Rückfluß erhitzt. Nach Abkühlung auf  $20^\circ\text{C}$  wird filtriert und das Filtrat wie in Beispiel 2 angegeben aufgearbeitet. Man erhält bei  $85 - 88^\circ\text{C}/1,3$  mbar 153,7 g Chlorphenyl-dichlorphosphan als Isomerengemisch. Ausbeute: 0,72 mol  $\text{ClC}_6\text{H}_4\text{-PCl}_2$  je 1 mol  $\text{AlCl}_3$ .

## Beispiel 8

Man verfährt gemäß Beispiel 7 mit der Änderung, daß nur  
68,1 g (0,5 mol) 98%iges Aluminiumchlorid und 44 g  
5 (0,75 mol) Natriumchlorid eingesetzt werden.  
Man erhält 110 g Chlorphenyl-dichlorphosphan als Isomeren-  
gemisch ( $^{31}\text{P}$ -NMR: 91,3 % para; 1,3 % meta; 7,4 % ortho).  
Ausbeute: 1,03 mol  $\text{ClC}_6\text{H}_4\text{-PCl}_2$  je 1 mol  $\text{AlCl}_3$ .

10

## Beispiel 9 (Vergleichsbeispiel)

92,1 g (1 mol) Toluol, 1100 g (8 mol) Phosphor(III)-chlorid und 136,2 g (1 mol) 98%iges Aluminiumchlorid werden  
15 4 Stunden unter Rückfluß erhitzt. Anschließend werden  
87,8 g (1,5 mol) Natriumchlorid (Korngröße  $< 0,08$  mm) in  
200 ml Phosphor(III)-chlorid als Suspension eingetropft  
und das Reaktionsgemisch 30 min unter Rückfluß erhitzt.  
Nach Abkühlen auf  $20^\circ\text{C}$  wird filtriert und das Filtrat  
20 wie im Beispiel 2 beschrieben aufgearbeitet.  
Man erhält bei  $88 - 91^\circ\text{C}/2,7$  mbar 153 g Toluyldichlorphosphan als Isomerengemisch.  
Ausbeute: 0,79 mol  $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4\text{-PCl}_2$  je 1 mol  $\text{AlCl}_3$ .

25

## Beispiel 10

Man verfährt gemäß Beispiel 9 mit der Änderung, daß nur  
68,1 g (0,5 mol) 98%iges Aluminiumchlorid und 44 g  
30 (0,75 mol) Natriumchlorid eingesetzt werden.  
Man erhält 115,8 g Toluyldichlorphosphan als Isomeren-  
gemisch ( $^{31}\text{P}$ -NMR: 59,2 % para; 37,4 % meta; 3,4 % ortho).  
Ausbeute: 1,2 mol  $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4\text{-PCl}_2$  je 1 mol  $\text{AlCl}_3$ .

TABELLE

Beispiel	Einsatzmengen				Molver- hältnis $C_6H_6$ : $AlCl_3$	Molver- hältnis $NaCl$ : $AlCl_3$
	$PCl_3$ (g) (mol)	$C_6H_6$ (g) (mol)	$AlCl_3$ (98 %ig) (g) (mol)	$NaCl$ (g) (mol)		
2	8800 64	780 10	680 5	497 8,5	2 : 1	1,7
3	11000 80	1170 15	680 5	497 8,5	3 : 1	1,7
4	11000 80	1560 20	545 4	351 6	5 : 1	1,5
5	11000 80	1560 20	272 2	175 3	10 : 1	1,5
6	11000 80	1560 20	136 1	70 1,2	20 : 1	1,2
1 (Ver- gleichs- beispiel)	8800 64	780 10	1361 10	$POCl_3$ 1535 10	1 : 1	$C_6H_6:POCl_3$ 1,0

3248483

Beispiel	Ausbeute $C_6H_5PCl_2$				Einsatz (g) $AlCl_3$ + $NaCl$ je 100 g $C_6H_5PCl_2$
	(g)	(mol)	g je 1 g $AlCl_3$	mol je 1 mol $AlCl_3$	
2	1250	6,98	1,83	1,40	94,16
3	1472	8,22	2,16	1,65	81,6
4	1636	9,14	3,00	2,28	54,7
5	1138	6,35	4,18	3,18	39,3
6	751	4,20	5,52	4,20	27,4
1 (Ver- gleichs- beispiel)	1561	8,72	1,15	0,87	$AlCl_3$ + $POCl_3$ 185,5

12. 13.  
Nummer:

32 48 483

Int. Cl. 3:

C 07 F 9/52

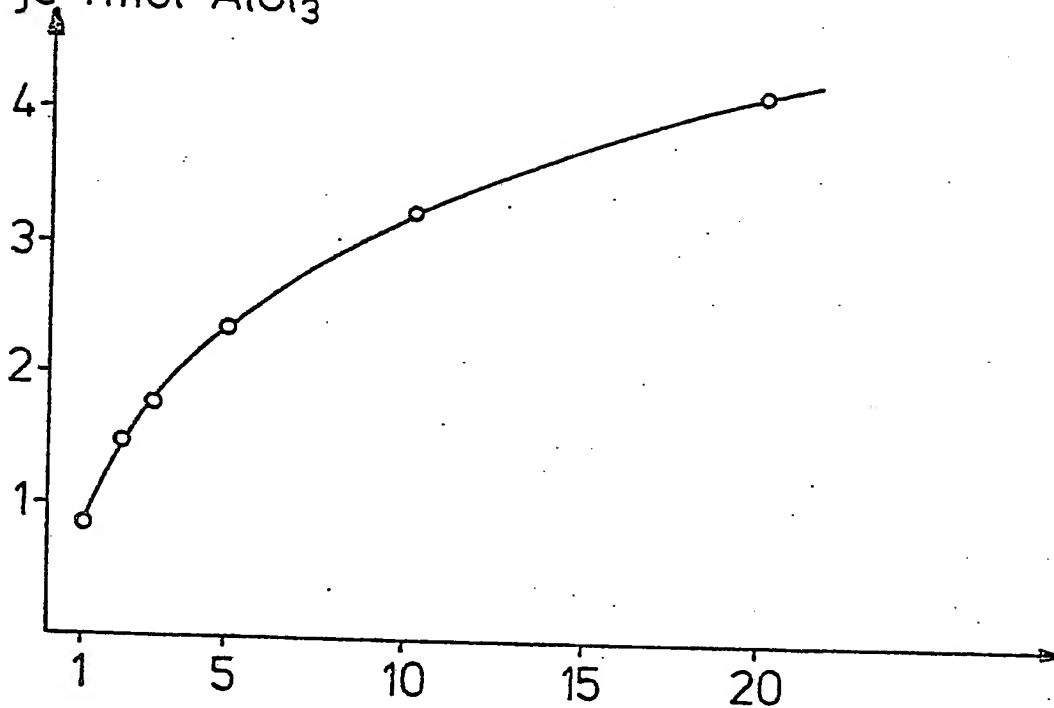
Anmeldetag:

29. Dezember 1982

Offenlegungstag:

5. Juli 1984

Ausbeute  
mol  $\text{C}_6\text{H}_5\text{PCl}_2$   
je 1 mol  $\text{AlCl}_3$



Einsatz  
mol  $\text{C}_6\text{H}_6$   
je 1 mol  $\text{AlCl}_3$